

タンポポの無性生殖の教材化

加藤 良一¹⁾ 朝倉 将宏²⁾ 阿部 沙耶²⁾ 伊藤 大地²⁾
遠藤 香菜²⁾ 萩本 範幸²⁾ 長根 智洋³⁾ 鈴木 隆⁴⁾

本研究では、身近な植物を取り上げ、中学校理科の無性生殖における実験の教材化を図ることを目的とした。まず、根が太いセイヨウタンポポを選んで根ごと掘り出し、この根に付いた土を完全に洗い流し、根の中央部から40mmの長さの切片を切り出した。そして、その切片を湿ったパーミキュライトに挿すか、またはそれを湿ったペーパータオルで巻いて、室温で3週間培養する（無菌培養ではなく）と、不定芽を効率的に誘導できた。この結果より、中学校理科の授業において、無性生殖の1つの実験例として有効であることが明らかとなった。

キーワード：タンポポの根 無性生殖 不定芽形成

はじめに

タンポポは春を告げる身近な野生植物で、日本各地に分布している。このタンポポは、古くより日本に生育している在来種と、明治の初期に侵入したといわれる帰化種（セイヨウタンポポ）があり、現在よく目にするのは帰化種の方である。タンポポの調査は、1970年頃より在来種と帰化種に注目して各地で行われ、山形県山形市¹⁾、宮城県仙台市²⁾、埼玉県所沢市³⁾、東京都町田市⁴⁾、神奈川県平塚市⁵⁾、大阪府堺市⁶⁾、岡山県玉野市⁷⁾、広島県広島市⁸⁾、香川県高松市⁹⁾、および長崎県長崎市¹⁰⁾などで調査された。その結果は、伝統的な土地利用が行われている地域には在来種、都市化が進行した地域には帰化種が分布し、両者の分布が開発などによる土地の攪乱の程度をよく反映していることが示されてきた⁵⁾。

タンポポの教材化について、山田¹¹⁾は、小学校の段階で10項目、中学校の段階で18項目、および高等学校の段階で33項目の観察実験をそれぞれ提起した。また、小林と山田¹²⁾は、生息地と土壌pH、分布図作成、帰化種と在来種の発芽習性の比較、頭花の開閉運動、帰化種と在来種の果実（そう果）の落下速度、および帰化種と在来種の発芽などの実験を提起したが、いずれも具体的な実験例は示さなかった。さらに、菅原ら¹⁾

は、在来種と帰化種のそう果の各部位の長さ、重さ、および落下時間などをそれぞれ調べ、これらを教材として取り上げる際の実験例を具体的に示し、在来種の種子を効率的に発芽させて失われつつある在来種を増やすために、在来種および帰化種の種子の発芽する条件を比較しながら調べた。

生物の子孫の残し方としての有性生殖および無性生殖は中学校理科3年で学習し^{13),14),15),16)}、無性生殖の例として、ソメイヨシノの挿木からの新たな個体¹⁶⁾、チーリップの球根からの新たな個体¹⁵⁾、ジャガイモの塊茎からの不定芽形成^{13),14),15),16)}、オランダイチゴのほふく茎からの新たな個体^{13),14)}、およびヤマノイモのむかごからの新たな個体^{15),16)}などが示されている。また、無性生殖の観察・実験例としては、コダカラベンケイの葉からの不定芽形成^{13),14)}、およびタンポポの根からの不定芽形成¹⁷⁾が紹介されている。しかし、タンポポの根の切片から不定芽が再分化する条件について、詳しく研究した報告例¹⁸⁾はほとんどない。

本研究では、生育しているセイヨウタンポポを根ごと掘り出し、その根を切片にして培養し（無菌培養ではなく）、そこから不定芽が誘導できる条件を詳しく調べた。この結果によって、無性生殖の1つの実験例を、中学校理科3年の教材として活用することができる。

実験方法

1. 材料の入手

平成24年5月14日から6月18日まで、山形大学小白川キャンパス（山形県山形市小白川町一丁目4番12号）

1) 山形大学 地域教育文化学部 食環境デザインコース

2) 山形大学 教育実践研究科 学習開発コース

3) 天津日本人学校

4) 山形大学 地域教育文化学部 児童教育コース

2 加藤・朝倉・阿部・伊藤・遠藤・萩本・長根・鈴木：タンポポの無性生殖の教材化



図1 セイヨウタンポポを掘り出している様子

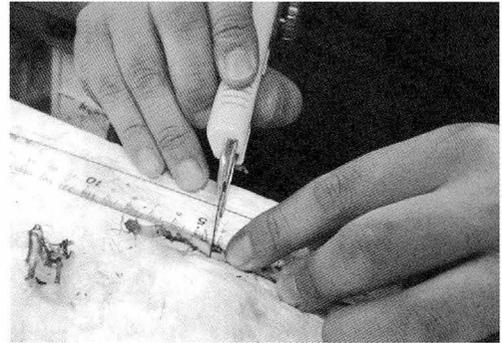


図3 根を切片にしている様子



図2 セイヨウタンポポの根を洗っている様子



図4 寒天に根の切片を突き刺した様子

の南側にある野球場および陸上トラックのグラウンド内から、セイヨウタンポポをスコップで根ごと掘り出した(図1)。そして、この根に付いた土をたわし(ストライプたわし, KV302, アイセン工業(株))できれいに洗い流した(図2)。次に、その根をカッターで10mm, 20mm, 30mm, または40mmの長さに切って切片とした(図3)。

2. 培養方法

(1) 寒天

スクリュー培養容器(直径:80mm, 高さ70mm, ポリカーボネイト製, ㈱ベルディ)に、0.6%の寒天を200ml入れて固めた。そこに、根の切片4本または5本を垂直に突き刺し(図4)、その容器に蓋をした。

(2) パーミキュライト

スクリュー培養容器にパーミキュライト(No1, ベルミテック(株))33gと水道水70mlを入れて葉さじでかき混ぜた(図5)後、パーミキュライトの表面を平らにならした。そこに、根の切片4本または5本を、垂直に突き刺し、または、パーミキュライトの表面に横にして置いた。そして、その容器に蓋をした。

(3) ペーパータオル

ペーパータオル(キムタオ ワイパーホワイト, 四つ折りの状態で170mm×190mm, ㈱クレシア)1枚を、四つ折りの状態のままで40mmの幅に切り出し、

これを全て白いバット(228×320×53mm)に重ならないように入れ、そこに水道水30mlを入れて、水が残らないようにペーパータオルを湿らせた。次に、根の切片の上部がこのペーパータオルの端に沿うように、その切片を40mmの幅のペーパータオルで3重に巻き、余ったペーパータオルの部分をはさみで切り取り、ペーパータオルの上から輪ゴムを巻いた。そして、それら4本または5本を、その切片の上部を上にしてスクリュー培養容器内に立て(図6)、この容器に蓋をした。

また、四つ折りの状態のペーパータオルを白いバットに入れ、ここに水道水30mlを入れて、水が残らないようにペーパータオルを湿らせた。次に、このペーパータオルを四つ折りの状態のまま137×137mmに切り出し、それをスクリュー培養容器の底に敷いた。そして、この上に根の切片4本または5本を横にして置き、その容器に蓋をした。

以上のように準備した(1), (2), および(3)のスクリュー培養容器を、約23℃, 16時間明下/8時間暗下に、3週間以上置き、その根の切片から不定芽が誘導されたかを確認した。

3. 根の切片の重さの測定

30mmの根の切片のそれぞれの重さを、電子天秤(A&D社, FA-2000, 製造元:研精工業(株))を用いて量った。次に、上記2の(3)のように、それらを湿った



図5 パーミキュライトと水を混ぜている様子

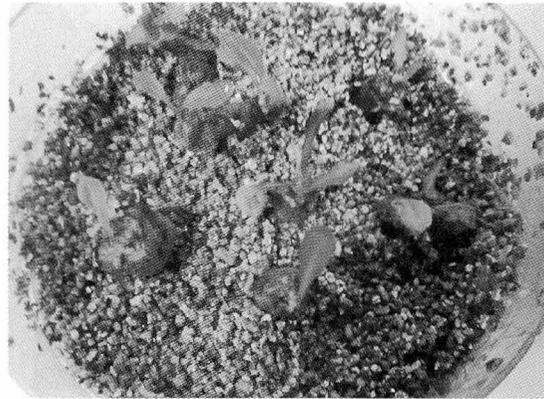


図7 パーミキュライトに挿した切片から誘導された不定芽



図6 ペーパータオルに根の切片を巻いた様子

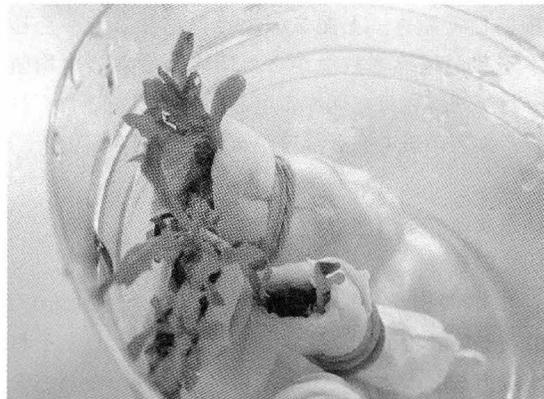


図8 ペーパータオルに巻いた切片から誘導された不定芽

表1 根の切片の長さの違いによる不定芽誘導率

切片の状態	切片の長さ			
	10mm	20mm	30mm	40mm
寒天 (挿す)	0%、0/10	50%、4/8	0%、0/8	0%、0/10
パーミキュライト (挿す)	30%、3/10	63%、5/8	50%、4/8	90%、9/10
ペーパータオル (巻く)	40%、4/10	63%、5/8	50%、4/8	80%、8/10

タンポポの根をその最上部から10mm、20mm、30mm、または40mmの長さに切って切片とし、それらを寒天に挿す、湿ったパーミキュライトに挿す、または湿ったペーパータオルで巻いた。それらを、約23℃、16時間明下/8時間暗下で3週間培養した。なお、□/□は、「不定芽が誘導された切片の数」/「全切片数」を示している。

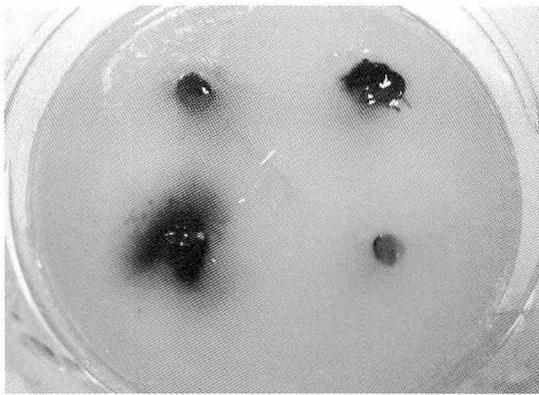


図9 寒天に挿した切片において増殖したカビと細菌

ペーパータオルで巻くか、または同ペーパータオルの上に横にして置き、上記2のように培養した。そして、不定芽が誘導されなかった切片の重さの平均値と、それが誘導された切片の重さの平均値をそれぞれ算出し、両者の値に有意な差が有るのか検討した。

実験結果及び考察

1. 切片の長さ

タンポポの根をその最上部から10mm, 20mm, 30mm, または40mmの長さに切って切片とし、それらを実験方法2のように、寒天に挿す、湿ったパーミキュライトに挿す、または湿ったペーパータオルで巻いた。それらを3週間培養した結果は、その切片を寒天に挿すと、切片の他の状態のもの(図7, 図8)と比較して、明らかに不定芽誘導率は低くなった(表1)。この原因は、根の切片を寒天に挿すと、その切片が寒天に接する箇所にカビや細菌が増殖してしまい(図9)、この増殖がその不定芽誘導に悪い影響を及ぼしたからと思われる。よって、タンポポの根の切片を寒天に挿して、不定芽を誘導することは難しいと分かった。また、その10mm切片では、それ以上の長さの切片のも

のと比較して、不定芽誘導率は最も低く(表1)、その40mm切片では、その誘導率が最も高かった(表1)。

2. 根から切り出す切片の位置

タンポポの根をその最上部から0-30mm, 30-60mm, および60-90mmの箇所各30mmの切片とし、それらを実験方法2の(2)のように、湿ったパーミキュライトに挿し、それぞれ3週間培養した。その結果、根の最上部から30-60mmの切片で、不定芽誘導率が最も高かった(表2)。よって、タンポポの根の中央部から切り出した切片からは、不定芽がより誘導しやすいと思われる。

3. 切片の状態

上記2と同様にして、タンポポの根から30mmの切片を切り出し、実験方法2の(2)のように、その切片を湿ったパーミキュライトに挿すか、またはそれらを同パーミキュライトの表面に横にして置くか、実験方法2の(3)のように、その切片を湿ったペーパータオルで巻くか、またはそれらを同ペーパータオルの表面に横にして置いて、それぞれ3週間培養した。その結果、その切片を湿ったパーミキュライトに挿すか、または、それを湿ったペーパータオルで巻くと、その切片からの不定芽誘導率は高くなった(表3)。

4. 切片の重さ

上記2と同様にして、タンポポの根から30mmの切片を切り出して各切片の重さを量り、実験方法3のようにして3週間培養した。不定芽が誘導された切片の重さは、それが誘導されなかった切片の重さと比較して、重かった(表4)。この結果は、根がより太いタンポポを選んで、その根から切片を切り出して培養すると、不定芽が得やすいことを示している。また、この結果と上記1の結果を合わせて考えると、タンポポの根の切片の塊量が多いほど、その切片から不定芽が誘導されやすいことを示唆しているのかもしれない。

表2 根から切り出す切片の位置の違いによる不定芽誘導率

切片の状態	根の最上部からの位置		
	0-30mm	30-60mm	60-90mm
パーミキュライト (挿す)	60%、21/35	81%、25/31	75%、9/12

タンポポの根をその最上部から0-30mm、30-60mm、および60-90mmの箇所各30mmの切片とし、それらを湿ったパーミキュライトに挿し、約23℃、16時間明下/8時間暗下でそれぞれ3週間培養した。なお、□/□は、「不定芽が誘導された切片の数」/「全切片数」を示している。

表3 切片の状態の違いによる不定芽誘導率

切片の状態	不定芽誘導
パーミキュライト (挿す)	87%、26/30
パーミキュライト (横に置く)	39%、11/28
ペーパータオル (巻く)	81%、21/26
ペーパータオル (横に置く)	63%、17/27

タンポポの根から 30mm の切片を切り出し、その切片を湿ったパーミキュライトに挿すか、同パーミキュライトの表面に横にして置くか、湿ったペーパータオルで巻くか、または同ペーパータオルの表面に横にして置いて、それぞれ約 23℃、16 時間明下/8 時間暗下で 3 週間培養した。なお、□/□は、「不定芽が誘導された切片の数」/「全切片数」を示している。

5. 不定芽誘導の最適な条件

上記 1 から 4 の結果を総合して考察すると、タンポポの根の切片から不定芽を効率的に誘導するには、根がより太いタンポポを選んで、その根の中央部から 40mm の長さの切片を切り出し、その切片を湿ったパーミキュライトに挿すか、またはそれを湿ったペーパータオルで巻いて培養することであった。

まとめと教材化

セイヨウタンポポを根ごと掘り出し、この根に付いた土を完全に洗い流して、根の最上部から 10mm、20mm、30mm、または 40mm の長さに切ってそれぞれ切片とした。次に、それらを、寒天に挿す、湿ったパーミキュライトに挿す、または湿ったペーパータオルで巻いて、約 23℃、16 時間明下/8 時間暗下で 3 週間培養した。その切片を寒天に挿すと、切片の他の状態のものと比較して、不定芽誘導率は低くなった。また、その 40mm 切片では、不定芽誘導率が最も高かった。

上記と同様にしてタンポポの根を準備し、その最上部から 0-30mm、30-60mm、および 60-90mm の箇所各 30mm の切片とし、それらを湿ったパーミキュライトに挿して同様に培養した。その結果、その 30-60mm の切片から不定芽が最も誘導された。

上記と同様にしてタンポポの根の 30mm 切片を準備し、それらを湿ったパーミキュライトに挿すか、同

表4 不定芽が誘導されなかった切片の重さの平均値とそれが誘導された切片の重さの平均値

	不定芽誘導	
	されなかった	された
切片の重さ	0.966±0.086g	1.567±0.168g

タンポポの根の各 30mm 切片の重さを、電子天秤を用いて量った。次に、それらを湿ったペーパータオルで巻くか、または同ペーパータオルの上に横にして置き、23℃、16 時間明下/8 時間暗下で 3 週間培養した。そして、不定芽が誘導されなかった切片の重さの平均値と、それが誘導された切片の重さの平均値をそれぞれ算出した。表中では、「平均値±標準誤差」を示しており、「されなかった」の切片数は 21 で、「された」の切片数は 31 であった。なお、t-統計量において、 $5 > P > 2$ となった。

パーミキュライトの表面に横にして置くか、湿ったペーパータオルで巻くか、または同ペーパータオルの表面に横にして置いて、同様に培養した。その切片を湿ったパーミキュライトに挿すか、またはそれらを湿ったペーパータオルで巻くと、その切片から不定芽が効率よく誘導された。

上記と同様にしてタンポポの根の 30mm 切片を準備し、それらの重さを量った。次に、それらを湿ったペーパータオルで巻くか、または同ペーパータオルの上に横にして置き、同様に培養した。不定芽が誘導された切片の重さは、それが誘導されなかった切片の重さと比較して、重かった。

以上の結果から、根が太いセイヨウタンポポを選んで、その根ごと掘り出し、根に付いた土を完全に洗い流し、根の中央部から 40mm の長さの切片を切り出し、その切片を湿ったパーミキュライトに挿すか、またはそれを湿ったペーパータオルで巻いて室温で 3 週間培養する（無菌培養ではなく）と、不定芽を効率的に誘導できることが分かった。この方法によって、無性生殖の 1 つの実験例として、中学校理科の授業に導入することができる。

なお、本研究は、山形大学大学院教育実践研究科の大学院生を対象とした授業科目「教材開発のための教科内容研究（生物学）」の中で、生物教育の教材開発研究として行ったものである。

引用文献

- 1) 菅原吉利, 鈴木隆, 加藤良一 (2009) 「山形市市街地における在来及び帰化タンポポの分布とその教材化」 山形大学教職・教育実践研究 4 : 31-39
- 2) 内藤敏彦 (1975) 「タンポポ属の侵入と定着について」 生活科学 27 : 195-202
- 3) 藤原香織, 平塚基志, 佐藤顕信, 森川靖 (2005) 「埼玉県所沢市三ヶ島地区におけるタンポポ (Taraxacum属) の分布とその土壌条件」 人間科学研究 18(1) : 31-36
- 4) 関川清広, 柳生真吾, 松香光夫 (1991) 「町田市における在来種タンポポと外来種タンポポの分布様式」 玉川大学農学部研究報告 31 : 123-140
- 5) 浜口哲一, 渡邊幹男, 山口奈穂, 芹沢俊介 (2000) 「神奈川県平塚市における雑種性帰化タンポポの分布」 神奈川自然誌資料 21 : 7-12
- 6) 木村進 (1982) 「なぜセイヨウタンポポが都市に広がっているのか」 Nature Study 28(7) : 75-78
- 7) 末広喜代一, 山田恵子 (1980) 「岡山県玉野市におけるタンポポ属Taraxacumの分布と生育環境」 香川大学教育学部研究報告 II, Mem. Fac. Educ., Kagawa Univ., II. 30 : 157-180
- 8) 根平邦人 (2005) 「広島市中心地域におけるタンポポの分布」 広島経済大学研究論集 28(3) : 1-9
- 9) 末広喜代一, 奥山恭子, 田岡美奈子, 蓮井博子 (1989) 「高松市におけるタンポポの分布」 香川大学教育学部, Mem. Fac. Educ., Kagawa Univ., II. 39 : 103-126
- 10) 陣野信孝, 本多幸一 (1989) 「長崎市における帰化および在来タンポポの分布」 長崎大学教育学部自然科学研究報告 41 : 21-33
- 11) 山田卓三 (1988) 「学校教育におけるタンポポの研究および教材化に関する諸問題」 生物教育 28(1) : 19-28
- 12) 小林辰至, 山田卓三 (1995) 「タンポポを素材とした観察・実験の構造化」 宮崎大学教育学部教育実践研究センター紀要 2 : 81-88
- 13) 岡村定矩, 藤嶋昭, ほか49名 (2011) 「文部科学省検定済教科書 新しい科学3年」 東京書籍pp. 66-67
- 14) 有馬郎人, ほか56名 (2011) 「文部科学省検定済教科書 理科の世界3年」 大日本図書pp. 83-85
- 15) 霜田光一, ほか25名 (2011) 「文部科学省検定済教科書 中学校科学3」 学校図書pp. 132-137
- 16) 塚田捷, 山極隆, 森一夫, 大矢禎一, ほか57名 (2011) 「文部科学省検定済教科書 未来へひろがるサイエンス3」 新興出版社啓林館pp. 9-13
- 17) 三浦登, 岡村定矩, ほか44名 (2005) 「文部科学省検定済教科書 新しい科学2分野下」 東京書籍 pp. 47
- 18) Kim Jae-Hak, Hong Soon-Kwan (2010) 「A study on development of shoot bud from root segments of *Taraxacum coreanum*」 Journal of Biotechnology 150 : S480